



**LISBOA  
SCHOOL OF  
ECONOMICS &  
MANAGEMENT**

**MESTRADO EM:  
FINANÇAS**

**Trabalho Final De Mestrado  
DISSERTAÇÃO**

**COBERTURA DE ATIVOS IMOBILIÁRIOS  
ATRAVÉS DE CONTRATOS DE FUTUROS  
E TAXA DE INFLAÇÃO**

**RUI PEDRO PRETO FERNANDES FALCÃO**

**ORIENTAÇÃO:**

**PROFESSORA DOUTORA: INÊS MARIA GALVÃO TELES  
FERREIRA DA FONSECA PINTO**

**SETEMBRO - 2013**

## ÍNDICE GERAL

Índice geral.....	II
Resumo .....	III
Abstract .....	V
Índice de equações .....	VI
Índices de tabelas .....	VII
Índice de gráficos .....	VIII
Lista de abreviaturas.....	IX
Agradecimentos .....	X
Nota de abertura: .....	1
<b>1- Introdução</b> .....	<b>2</b>
<b>2-Revisão da literatura</b> .....	<b>4</b>
<b>3-Dados e metodologia</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1- Coeficiente de correlação constante <math>\rho(CCC)</math></b> .....	<b>15</b>
<b>3.1.1- Metodologia de cálculo dos coeficientes de correlação condicional constantes <math>\rho(CCC)</math></b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.2- Valores dos coeficientes de correlação condicional constante <math>\rho(CCC)</math> e <math>\delta_{x,j}</math></b> .....	<b>23</b>
<b>3.2- Coeficiente de correlação condicional dinâmico <math>\rho(DCC)</math></b> .....	<b>26</b>
<b>3.2.1- Metodologia de cálculo do <math>\rho(DCC)</math>, para modelos bivariáveis</b> .....	<b>27</b>
<b>3.2.2- Resultados de <math>\rho(DCC)</math> em gráficos</b> .....	<b>31</b>
<b>4- Conclusões e proposta para uma ulterior investigação</b> .....	<b>33</b>
Referências Bibliográficas.....	35
ANEXOS .....	37
Anexo I - Breve história sobre os índices imobiliários .....	37
Anexo II – Listagem com a identificação dos ativos subjacentes aos contratos de futuros utilizados neste estudo .....	39
Anexo III- Origem dos valores dos índices imobiliários gerados pelo <i>IPD</i> . ....	40
Anexo IV- Interpretação do gráfico 1.....	42
Anexo V- Constrangimentos ao presente estudo .....	44

## RESUMO

O presente estudo tem por objetivo avaliar a potencialidade de aplicar estratégias de cobertura de risco contra a desvalorização de ativos imobiliários de 4 diferentes tipos (industriais, comerciais, escritórios e de todo o tipo de imóveis), com a utilização de produtos derivados (contratos de futuros) e/ou com a utilização de produtos intimamente dependentes da taxa de inflação.

O estudo foi realizado para o mercado inglês com dados de frequência mensal para um período de análise que vai desde 01 de janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2010.

A medida utilizada nesta pesquisa para verificar a potencialidade de cobertura dos instrumentos enunciados anteriormente é o coeficiente de correlação condicional na forma constante  $\rho(CCC)$  e na forma dinâmica  $\rho(DCC)$  existente entre os valores dos retornos dos ativos imobiliários e os valores dos retornos dos contratos de futuros e/ou os valores da taxa de inflação.

O coeficiente de correlação condicional dinâmico será calculado seguindo-se a metodologia desenvolvida por Robert F. Engle, ver Engle (2002).

Mediante os resultados encontrados, onde o valor do coeficiente de correlação condicional na forma constante  $\rho(CCC)$  nunca ultrapassou o valor 0,021 para o caso dos contratos de futuros e 0,129 para a inflação e na forma dinâmica  $\rho(DCC)$  o valor máximo obtido foi de 0,272 para os contratos de futuros e para a taxa de inflação foi de 0,208, conclui-se que tanto os contratos de futuros analisados como a taxa de inflação, não apresentam o necessário potencial para o estabelecimento de estratégias de cobertura de risco contra a desvalorização dos preços dos diferentes tipos de imóveis estudados. O risco de correlação é muito elevado o que implica estratégias de cobertura

muito pouco eficazes. Esta conclusão é válida e aplicável para o mercado Inglês em análise.

**Palavras-Chave:** Ativos imobiliários, contratos futuros, índices de preços imobiliários, coeficiente de correlação condicional constante e dinâmico.

## ABSTRACT

This study aims to evaluate the potential of implementing strategies for hedging against the devaluation of real estate assets of four different types (industrial, commercial, offices and all types) with the use of derivatives (plain vanilla futures contracts) and or the use of products who depend on the rate of inflation.

The study was conducted for the English market with frequency monthly data analysis for a period ranging from 1 January 1990 to 31 December 2010.

The measure used in this study to verify the potential coverage of the instruments listed above is the constant correlation coefficient conditional  $\rho(CCC)$  and the dynamic correlation coefficient conditional  $\rho(DCC)$  existing between the returns of real estate assets and the independent variables the returns of futures contracts and the value of inflation rate.

The dynamic conditional correlation coefficient is calculated following the methodology developed by Robert F. Engle, see Engle (2002).

From the results obtained, where the value of the constant correlation coefficient conditional never exceeded the value 0,021 for the case of futures contracts and 0,129 for inflation tax, and the dynamic coefficient the maximum value obtained was 0,272 for the futures contracts and for inflation rate was 0,208, it is concluded that both, futures contracts as the rate of inflation, do not exhibit the potential to establish strategies of hedging against the devaluation of the prices of different types of properties studied, because the correlation risk is very high. This conclusion is valid and applicable to the market examined that is English market.

**Keywords:** real estate assets, futures, real estate price indices, correlation coefficient conditional constant and dynamic risk of devaluation of property.

## ÍNDICE DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo do retorno dos contratos futuros .....	13
Equação 2- Cálculo do retorno para índices imobiliários .....	13
Equação 3- Fórmula para as regressões .....	15
Equação 4- Cálculo dos valores limites de banda, intervalo de confiança 95% .....	17
Equação 5 - Fórmula ARMA $(p,q)$ .....	18
Equação 6- Fórmula processo ARMA $(p,q)$ .....	19
Equação 7 - Cálculo do erro processo $GARCH(p,q)$ .....	20
Equação 8 - Cálculo da variância processo $GARCH(p,q)$ .....	20
Equação 9 - Verificação da estacionaridade processo $GARCH(p,q)$ .....	20
Equação 10 - Cálculo da variância de longo prazo $GARCH(p,q)$ .....	21
Equação 11- Cálculo do erro $GARCH(1,1)$ .....	21
Equação 12- Cálculo da variância $GARCH(1,1)$ .....	21
Equação 13 – Restrições para a variância não ser negativa $GARCH(1,1)$ .....	21
Equação 14 - Verificação da estacionaridade $GARCH(1,1)$ .....	21
Equação 15 - Cálculo da variância de longo prazo $GARCH(1,1)$ .....	21
Equação 16 – Fórmula para cálculo do $\delta_{s,j}$ .....	22
Equação 17 – Fórmula para cálculo da série $\varepsilon_{X,Y}$ .....	28
Equação 18 - Fórmula de um processo ARMA(1,1) .....	28
Equação 19 - Fórmula de cálculo da covariância entre (x) e (Y) .....	29
Equação 20 - Cálculo da variância da variável (X) ao longo do tempo .....	29
Equação 21 – Cálculo da variância da variável (y) ao longo do tempo .....	30
Equação 22 - Cálculo do coeficiente de correlação condicional dinâmico $\rho(DCC)$ .....	30

## ÍNDICES DE TABELAS

Tabela I - Valores dos coeficientes de correlação constantes $\rho(CCC)$ para os contratos de futuros .....	24
Tabela II - Valores dos coeficientes de correlação constantes $\rho(CCC)$ para a taxa de inflação .....	25
Tabela III- Lista de ativos subjacentes aos contratos de futuros .....	39
Tabela IV- Dados probabilísticos relativos aos valores dos retornos mensais dos contratos de futuros e da taxa de inflação.....	45
Tabela V- Valores dos dados probabilísticos dos retornos mensais relativos aos valores do índice de preços imobiliário para os 4 tipos de imóveis em estudo. ....	46

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Retornos mensais correspondentes às 4 diferentes classes de ativos imobiliários estudadas .. 14

Gráfico 2- Valores do coeficiente de correlação ao longo do tempo  $\rho_t(\text{DCC})$ , para o par de variáveis, imóveis de escritório/contratos de futuros sobre matérias-primas..... 31

Gráfico 3- Valores do coeficiente de correlação ao longo do tempo  $\rho_t(\text{DCC})$ , para o par de variáveis, imóveis do tipo comercial/inflação; ..... 31



## LISTA DE ABREVIATURAS

*AIC*- Critério de informação de *Akaike*

*AR*- Processo autorregressivo

*MA*- Processo médias móveis

*ARMA*- Processo misto autorregressivo e médias móveis

*ARIMA*- Processo misto por diferenciação

*ARCH*- Processo de heterocedasticidade condicional autorregressivo

*GARCH*- Processo de heterocedasticidade condicional misto

*IGARCH*- Processo de heterocedasticidade condicional misto, com  $(\alpha+\beta)=1$

*TARCH*- Processo de heterocedasticidade condicional misto com assimétrica

*ML*- *Maximum likelihood* (método da máxima verossimilhança)

*OLS*- *Ordinary Least Square* (método dos mínimos quadrados)

*FAC*- Função de autocorrelação

*FACP*- Função de autocorrelação parcial

*CCC*- Correlação condicional constante

*DCC*- Correlação condicional dinâmica

## AGRADECIMENTOS

À professora Doutora Inês Maria Galvão Teles Ferreira da Fonseca Pinto, por ter acolhido o presente projeto, pela sua disponibilidade e interesse, pelo tempo despendido e pelos conselhos que me foi dando ao longo de todo o tempo de preparação, desenvolvimento e conclusão da presente tese, só assim me foi possível ultrapassar os diversos obstáculos com que me fui deparando ao longo desta caminhada. Ao professor Doutor António da Ascensão Costa pela sua valiosa ajuda e orientação na utilização do programa *Eviews* e na verificação dos modelos de regressão adotados.

Ao *IPD* pelo fornecimento dos valores do índice de preços para os 4 diferentes tipos de imóveis em análise e dos valores da taxa de inflação, dados relativos ao mercado Inglês com frequência mensal, para o período temporal que vai desde 01 janeiro de 1990 a 31 de dezembro de 2010.

Ao meu pai que sempre me incentivou a ir mais além, mesmo conhecendo de antemão os sacrifícios por que teria de passar, para assim poder ser.

Agradecimento especial deixo à minha mulher e aos meus filhos pela paciência demonstrada e à força que continuamente me transmitiram em especial nas alturas mais difíceis e que me permitiram olhar sempre em frente, conseguindo assim focar-me no objetivo a que me propôs, há dois anos atrás, altura em que decidi ingressar no mestrado de Finanças.

Ainda à minha mulher que ao longo de todo este tempo tudo fez para me proporcionar todas as condições necessárias à possível e efetiva concretização desta dissertação.

# **COBERTURA DE ATIVOS IMOBILIÁRIOS ATRAVÉS DE CONTRATOS DE FUTUROS E TAXA DE INFLAÇÃO**

Por Rui Pedro Fernandes Falcão

## **NOTA DE ABERTURA:**

A força do ser humano pela procura da sua e da felicidade de todos aqueles que ama é algo inexplicável e que leva a uma motivação constante, mesmo quando os sacrifícios já são muitos e nos começamos a interrogar se valerá a pena continuar. É esta a força que me move e me moveu para conseguir ultrapassar todos os obstáculos internos e externos que foram surgindo e que com total seriedade, enuncio que não foram poucos. É aos meus filhos, mulher e família em geral que dedico este trabalho, foi por eles e a pensar neles que tive as forças necessárias para ir sempre prosseguindo até o conseguir concluir. Espero que o presente trabalho traga algum contributo ou mesmo a necessária luz de modo a se tomar consciência da grande importância de se desenvolverem produtos eficazes e líquidos para efeitos de cobertura de risco contra a desvalorização de ativos imobiliários.

Só assim estaremos munidos dos adequados instrumentos que irão permitir evitar alguns dos graves problemas recentemente sentidos por algumas instituições bancárias socorridas em última instância com injeção de dinheiros públicos e por todas as entidades expostas a este tipo de ativos.

## 1- INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como principal objetivo analisar a potencialidade de cobertura contra o risco de desvalorização de 4 diferentes tipos de imóveis (industriais, escritórios, comerciais e de todo o tipo de imóveis), através da gestão de contratos de futuros de diversos ativos subjacentes e da taxa de inflação.

Para tal utilizaram-se os valores dos retornos do índice imobiliário *IPD* para 4 diferentes tipos de imóveis do mercado Inglês, os retornos dos contratos futuros de vários ativos subjacentes em base contínua e os valores relativos à taxa de inflação.

As séries de dados utilizadas são compostas por dados com frequência mensal com início em 01 janeiro de 1990 e fim em 31 de dezembro de 2010. Este estudo assenta essencialmente numa visão institucional e aplica-se apenas ao mercado Inglês.

Este tema torna-se particularmente relevante se tivermos em conta que os diversos problemas sociais, financeiros e económicos sentidos nos EUA e em diversos países da Europa, resultantes da grave crise financeira iniciada em 2007 nos EUA, tiveram origem em produtos financeiros de base imobiliária.

Existem várias formas de investir em ativos imobiliários, desde a compra de um imóvel, à participação num fundo imobiliário, à participação em *REIT(s)*<sup>1</sup> e/ou à aquisição de outros produtos mais complexos que estão diretamente ou indiretamente expostos a esta classe de ativos.

Os ativos imobiliários reais têm características que são bastante diferentes das características das restantes e mais importantes classes de ativos (ações, obrigações, matérias-primas), o que os torna únicos e especiais.

---

<sup>1</sup> *Real Estate Investment Trust*

Este trabalho vai focar-se na análise da potencialidade de adoção de estratégias de cobertura de risco contra a desvalorização de carteiras de ativos compostas por ativos imobiliários reais.

O presente trabalho contribui para a literatura existente na medida em que cobre o mercado Inglês num período temporal onde está incluída a grave crise económica sentida um pouco por todo o mundo mas com especial incidência na europa e EUA. Por outro lado é inovador nos testes e métodos desenvolvidos e aplicados no tratamento desta temática.

O trabalho é composto por 4 capítulos principais: a introdução, a revisão da literatura, a descrição da metodologia aplicada para o cálculo dos valores dos coeficientes de correlação condicional na forma constante e na forma dinâmica e por fim o quarto e último capítulo onde são patentes as conclusões gerais resultantes da análise aos resultados obtidos no capítulo anterior e onde se apresenta uma proposta para uma futura investigação, utilizando outras variáveis independentes e outra metodologia de cálculo.

## **2-REVISÃO DA LITERATURA**

Os ativos imobiliários têm características próprias muito diferentes das características de todas as restantes classes de ativos.

Quando se comparam imóveis, verifica-se sempre a existência de alguma diferença entre eles, seja ela em termos de localização, de dimensão, de tipo de construção, de utilização, de forma, de orientação, ou de qualquer outra característica, o que faz com que cada imóvel tenha o seu próprio valor de mercado.

Sempre que existe uma crise económica/financeira verifica-se que o valor dos imóveis tende a desvalorizar o que implica grandes perdas na parte do ativo dos seus proprietários sejam eles particulares, empresas, entidades bancárias e ou fundos de investimento. Tal situação dá origem a grandes desequilíbrios nos balanços, levando mesmo a falências generalizadas, com especial importância e preocupação para as entidades bancárias.

A evolução do preço dos imóveis depende de alguma forma dos seus valores passados é por isso possível prever os seus preços futuros dentro de determinados níveis/limites de confiança (Fabozzi et al., 2009).

Os ativos imobiliários representam um peso substancial sobre o valor total de todos os ativos físicos existentes no mundo desenvolvido, representando, cerca de 30% a 40% do valor total dos ativos físicos de todo o Mundo (Fabozzi et al., 2010).

Considerando esta realidade e conhecidas as consequências caso viessem a ocorrer desvalorizações nestes ativos, os gestores financeiros começaram a virar as suas atenções para possíveis soluções.

No ano de 2004, na Alemanha a gestão de risco de carteiras de ativos imobiliários estava classificada como o assunto de maior importância em termos de pesquisa, na

Austrália era considerada como a segunda pesquisa mais importante e em Inglaterra obtinha o terceiro lugar em termos de grau de importância (Lee, 2012).

A literatura relativa à implementação e gestão de estratégias de risco a adotar pelos investidores em ativos imobiliários é escassa (Donner, 2010).

Como se veio a constatar no passado recente o risco de descida dos preços no imobiliário é bem real. O risco de desvalorização é significativamente maior para os bancos, para todas as instituições de crédito e para todos aqueles que investiram em produtos estruturados baseados em empréstimos hipotecários (Fabozzi et al., 2010).

As consequências do que aconteceu em 2007 nos EUA não foram unicamente sentidas no mercado dos ativos imobiliários, mas também nos mercados financeiros globais um pouco por todo o mundo.

Pode ser altamente positivo a existência de instrumentos que permitam aos proprietários de imóveis efetuarem cobertura de risco. (Fabozzi et al., 2009).

A forma de evitar tão graves consequências poderá passar pela adoção de estratégias de cobertura de risco através da utilização de produtos financeiros derivados e alavancados, da mesma forma como já há muito se procede para outras classes de ativos.

Foi por aí, com a utilização de produtos financeiros derivados e alavancados (contratos de futuros) que se iniciaram os estudos de forma a verificar se algum dos mais comuns contratos de futuros poderia ser utilizado com o objetivo de estabelecer estratégias de cobertura de risco contra a queda dos preços dos ativos imobiliários (Fabozzi et al., 2010).

Caso se verifique uma elevada correlação entre os retornos dos ativos imobiliários e os retornos obtido por um portfólio com contratos de futuros, então será possível fazer

cobertura de risco sobre o preço dos imóveis com este tipo de produtos financeiros (Hinkelmann, 2007).

Realizados testes empíricos com base em dados com 22 anos (com início no 2º trimestre de 1983 e fim no 4º trimestre de 2005) conclui-se que para efeito de cobertura do risco contra desvalorização dos ativos imobiliários, os contratos de futuros de matérias-primas e de ativos financeiros tradicionais não são por regra muito eficazes. Estes testes foram realizados para o mercado dos EUA (Hinkelmann, 2007).

Evidência empírica demonstra que a adoção de estratégias de cobertura de risco com contratos de futuros mais tradicionais (matérias primas, índices, moeda) não é perfeita em relação ao risco de desvalorização contra a queda do preço das habitações (Hinkelmann, 2007).

Outros produtos, tais como os contratos de futuros sobre *REIT(s)*<sup>2</sup>, foram ensaiados para este fim, concluindo-se que estes também não servem para efeitos de adoção de estratégias de cobertura contra o risco de desvalorização dos preços dos ativos imobiliários reais. (Hinkelmann, 2007).

Tendo em conta que a literatura existente revela alguma ineficiência dos produtos derivados mais tradicionais na cobertura de risco contra a desvalorização dos preços dos imóveis, para servir esse objetivo partiu-se à descoberta de novos produtos financeiros.

A utilização de contratos futuros e de opções sobre os valores dos índices de preços imobiliários pode ser benéfica para efeitos de cobertura de risco associado às hipotecas imobiliárias, ao risco de falência e ao risco relativo à desvalorização do preço dos imóveis (Fabozzi et al., 2010).

---

<sup>2</sup> *Real Estate Investment Trust*- Empresas que investem em ativos imobiliário mediante determinadas regras bem clara e definidas, pelos estados soberanos correspondentes.



Até à introdução destes novos tipos de produtos derivados com base nos valores dos índices imobiliários, representados por contratos de futuros, contratos de opções, TRS<sup>3</sup> sobre os valores dos índices imobiliários, havia muito poucas formas de gerir o risco de desvalorização dos ativos imobiliários reais (Hinkelmann, 2007).

Os índices imobiliários espelham a variação dos preços dos imóveis numa determinada área, cidade ou país. Os seus valores podem ser calculados através de dados provenientes de entidades que fornecem os valores das vendas efetivas de imóveis, por fundos imobiliários que fornecem as rentabilidades conseguidas nas suas propriedades, etc. Estes dados são posteriormente devidamente tratados mediante regras e métodos bem definidos por cada entidade gestora do índice imobiliário em causa. No anexo I é apresentada uma breve história sobre o surgimento e evolução dos índices imobiliários.

Em 1991 nascem os produtos derivados com base nos valores dos índices imobiliários. Surgem em Inglaterra, quando em 1991 o *London Futures and Options Exchange* (FOX) lança para o mercado contratos de futuros sobre ativos imobiliários habitacionais e comerciais, estes contratos tinham por base os valores do índice imobiliário *HHPT*<sup>4</sup>. Na altura, este produto não teve grande sucesso essencialmente por falta de participantes ou seja por falta de liquidez (Fabozzi et al., 2010).

Também em Londres no *Property Futures Markets* comercializaram-se durante alguns meses contratos de futuros relativos aos preços do imobiliário habitacional e comercial. Este tipo de contratos terminou em 1991 devido à falta de apreciação pública que não conseguiu compreender a importância deste tipo de produtos (Fabozzi et al., 2009).

---

<sup>3</sup> *Total return Swap* – Swap de retorno total

<sup>4</sup> *Halifax All Price Index*

Em 2005 no *CME*<sup>5</sup> foi anunciado o lançamento de um produto para cobertura do risco associado à desvalorização dos imóveis, os derivados com base de referência nos valores do índice imobiliário *Case & Shiller price house index*, (Sisk, 2005).

Diversos tipos de produtos derivados com base em índices de preços imobiliários vão surgindo no mercado um pouco pelos principais e mais evoluídos países do mundo, tais como Estados Unidos, Inglaterra, França, Austrália, Japão, Alemanha, Itália, Suíça.

Os produtos derivados para gestão do risco de carteiras compostas por ativos imobiliários com base em valores dos índices imobiliários têm desde 2007 proliferado bastante um pouco por todo o mundo, o problema com a utilização deste tipo de produto é o baixo número de índices imobiliários de referência disponíveis e a dificuldade em saber qual será o mais adequado face ao risco da carteira de ativos a cobrir (Donner, 2010).

O ideal seria os proprietários de imóveis em geral utilizarem produtos derivados com base em índices de preços imobiliários para efeitos de cobertura de risco contra a desvalorização dos seus ativos imobiliários (imóveis), mas isto seria o ideal e não o que se consegue na realidade.

Os índices de preços imobiliários que servem de referência aos contratos de futuros e a outros produtos derivados não refletem de forma fidedigna a variação do preço de um imóvel em particular, ou mesmo de uma pequena carteira composta por ativos imobiliários, logo é um produto que não se adapta ao simples e mais comum dos proprietários, nem tão pouco aos pequenos investidores ou às empresas de construção de pequena, média ou mesmo grande dimensão, detentoras de carteiras de ativos imobiliários consideradas pouco diversificadas, tanto em termos geográficos, como de

---

<sup>5</sup> *Chicago Mercantile Exchange* – Mercado de derivados de Chicago nos EUA

tipo de imóveis e que por isso não refletem a diversificação presente nos valores dos índices imobiliários (Tokic, 2008).

A desvantagem deste tipo de produtos de cobertura de risco é que apenas foram desenhados tendo em conta instituições de investimento e ou fundos de pensões, não servem de cobertura contra os riscos a que está exposto o comum proprietário de um imóvel ou o pequeno investidor detentor de uma carteira constituída de ativos imobiliários muito pouco diversificada (Sisk, 2005).

Os grandes investidores sejam eles institucionais ou não, detentores de grandes carteiras de ativos imobiliários que de alguma forma espelham a grande heterogeneidade existente entre os imóveis que dão origem aos valores dos índices imobiliários, teoricamente conseguem com a utilização destes produtos financeiros (derivados sobre índices imobiliários) níveis de cobertura de risco muito interessantes contra a desvalorização da sua carteira (Fabozzi et al., 2010).

Os contratos de futuros comercializados no *CME (Chicago Mercantile Exchange)* cujo ativo subjacente é o valor do índice imobiliário definido pelo *Case & Shiller price house index composite* 10 tornam possível efetuar estratégias de cobertura de risco contra a desvalorização dos imóveis em 10 áreas metropolitanas dos EUA (Bertus et al., 2008), apenas para os grandes investidores detentores de carteiras muito diversificadas, não se aplica aos pequenos proprietários e pequenos investidores.

Não sendo possível ao comum proprietário e ou ao pequeno investidor efetuar estratégias de cobertura de risco contra a queda dos preços do(s) seu(s) ativo(s) imobiliário(s) por falta de produtos financeiros adequados, todo este enorme e potencial público-alvo composto por largos milhares de indivíduos não participa neste mercado

não favorecendo nem o seu crescimento, nem o seu desenvolvimento e ou bom funcionamento.

A falta de homogeneidade tão característica neste tipo de ativos têm sido um dos principais obstáculos à evolução do mercado de derivados do imobiliário (Hinkelmann, 2007).

Outro problema sentido por este mercado é a falta de liquidez.

Este mercado é incompleto, faltam os especuladores, falta a contraparte (Fabozzi et al., 2009).

Estes preferem mercados com liquidez para poderem fechar as suas posições no mais curto espaço de tempo possível (Tokic, 2008).

Mercados com pouca liquidez não são propensos aos especuladores.

A necessária liquidez apenas será conseguida quando os bancos, os grandes investidores institucionais e os especuladores decidirem participar mais ativamente no mercado dos derivados cujos ativos subjacentes são índices imobiliários (Fabozzi et al., 2010).

Um dos graves problemas deste tipo de ativos é como ultrapassar a questão da dependência dos preços futuros em relação aos seus preços passados. O passado de alguma forma mostra o futuro. Tendo essa percepção a grande maioria dos especuladores não entra neste mercado e os investidores seguem a tendência, mas não encontram contraparte em quantidade suficiente para as posições que pretendem a determinada altura assumir.

Com o objetivo de melhorar a eficiência dos produtos derivados sobre índices imobiliários como instrumento de cobertura de risco para todos os potenciais clientes, novos métodos para a sua valorização estão a ser criados (Fabozzi et al., 2012).

Estão a ser desenvolvidos, principalmente nos EUA, novos índices de preços imobiliários considerados locais e produtos derivados afetos. Estes deverão permitir realizar estratégias de cobertura de risco contra desvalorizações dos preços dos imóveis, para todo o tipo de proprietários, sejam eles pequenos, grandes, tenham ou não carteiras muito ou pouco diversificadas, pois imóveis similares e geograficamente próximos uns dos outros, apresentam em geral preços idênticos. Esta elevada correlação é um grande contributo para o desenvolvimento de produtos de cobertura de risco contra a queda de preços dos ativos imobiliários (Fabozzi et al., 2010).

Novos índices imobiliários onde se utilizam técnicas de regressão com pesos sobre diversas variáveis tais como localização, tipo de construção, dimensão e preços dos imóveis, estão em fase de construção de forma a maximizar o poder explicativo do preço das habitações. (Bertus, 2008).

Mcduff (2010) desenvolve um índice de preços específico para o imobiliário usando para tal regressões, com pesos por localização.

Contratos de *forwards*, opções europeias e outros produtos estruturados baseados nos valores dos índices imobiliários foram transacionados em *OTC*<sup>6</sup>, estes são veículos de cobertura de risco para os imóveis residenciais, tendo-se verificado a importância destes produtos para a eliminação da ineficiência de cobertura até então constatada em relação aos imóveis habitacionais (Bertus, 2008).

Quando se conseguir ultrapassar a questão da falta de homogeneidade e a falta de liquidez deste mercado, este passará de incompleto a completo, sendo possível a partir daí efetuar estratégias eficazes de cobertura de risco contra a desvalorização dos preços dos imóveis para todos aqueles que detêm ativos desta classe, incluindo o normal

---

<sup>6</sup> (*Over-the-counter*) - produtos de balcão

proprietário individual, pequenos investidores, médios investidores, grandes investidores e investidores institucionais.

Conclui-se, portanto que até ao momento não se conseguiram encontrar produtos para adoção de estratégias eficazes para cobertura do risco contra a desvalorização dos preços dos ativos imobiliários para o comum e pequeno proprietário, muito embora para as entidades bancárias, fundos de investimento imobiliários e grandes investidores, esta é pelo menos em teoria conseguida com a utilização de produtos derivados sobre índices imobiliários, embora na prática não seja bem assim, devido ao problema da falta de liquidez que não permite vendas ou compras dos derivados na altura mais indicada pela estratégia de cobertura de risco por estes assumida.

Tendo em conta os problemas deste mercado, com este estudo vai verificar-se se através da utilização de outros produtos derivados, (contratos futuros cujos ativos subjacentes se encontram devidamente identificados no anexo II, tabela III) ou com a utilização dos valores da taxa de inflação se consegue fazer cobertura de risco contra a queda dos preços dos imóveis, distinguindo-se da restante literatura por ter uma série mais longa (onde está incluída a última crise financeira e económica) e emprego de diferente metodologia.

### **3-DADOS E METODOLOGIA**

Através da base de dados *datastream* fez-se a recolha dos valores das cotações dos diversos contratos de futuros. Ver anexo II, tabela III onde se identificam os ativos subjacentes relativos aos contratos de futuros utilizados. Os valores do índice imobiliário *IPD* para 4 diferentes tipos de imóveis (industriais, comerciais, escritórios e todos os imóveis) e os valores da taxa de inflação foram cedidos pelo *IPD* Reino Unido, estes dados representam as variáveis dependentes das regressões mais à frente

apresentadas. Todos os dados apresentam frequência mensal, com início em 01 janeiro de 1990 e fim em 31 de dezembro de 2010, o que permitiu obter 252 observações.

No anexo III é apresentada uma breve explicação sobre a forma como o *IPD* obtém e trata os dados recebidos para o cálculo dos valores dos seus índices imobiliários.

Os retornos que são os dados a correlacionar para o estudo da dependência entre variáveis, foram obtidos pela aplicação da diferença logarítmica entre os preços das variáveis em análise.

Conforme equação (1) para o caso dos contratos futuros e equação (2) para o caso dos índices imobiliários

Equação 1 - Cálculo do retorno dos contratos futuros

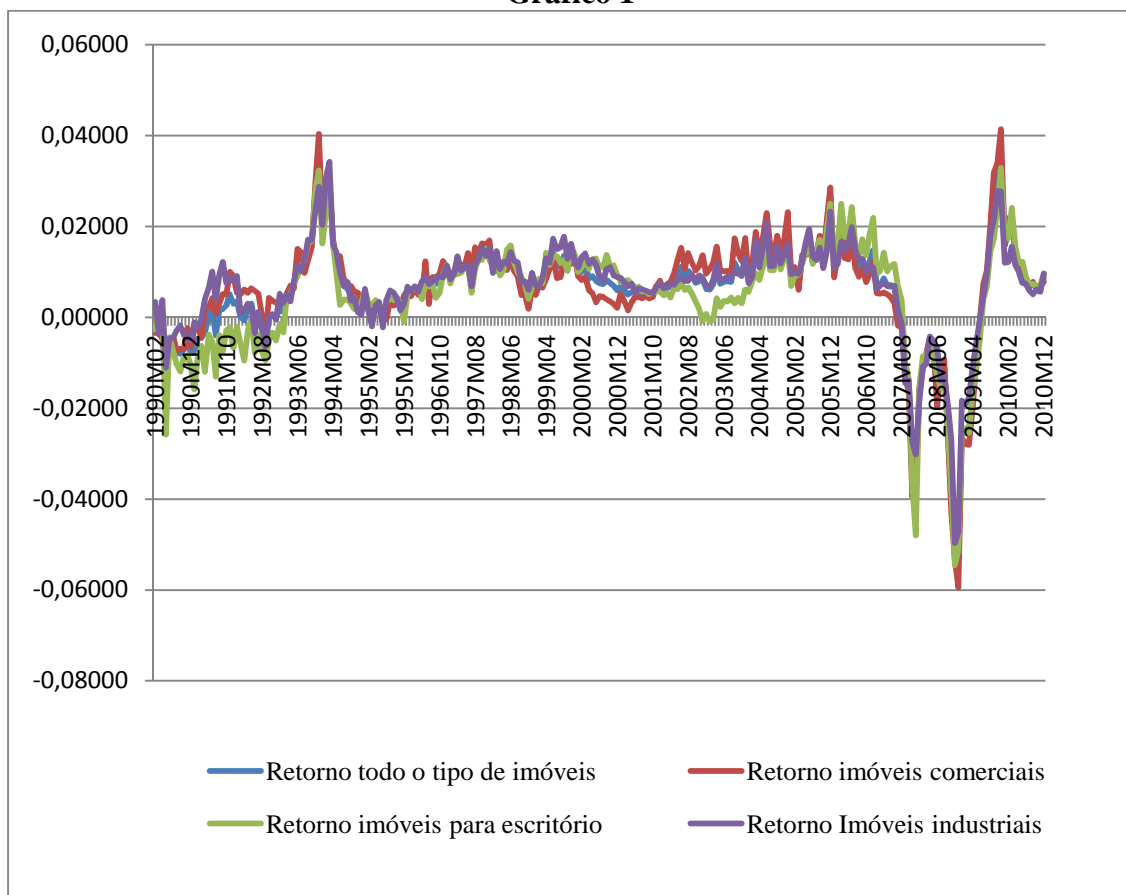
$$\text{Retorno } y_t = \ln \left( \frac{\text{Preço do contrato futuro } y \text{ em } t}{\text{Preço do contrato futuro } y_{t-1}} \right) \quad (1)$$

Equação 2- Cálculo do retorno para índices imobiliários

$$\text{Retorno}_t = \ln \left( \frac{\text{Valor do índice em } t}{\text{Valor do índice em } t-1} \right) \quad (2)$$

Os retornos obtidos desde 01 de janeiro de 1990 até 31 de dezembro de 2010, para cada uma das quatro diferentes classes de ativos imobiliários estudadas (imóveis comerciais, imóveis industriais, imóveis para escritório e todo o tipo de imóveis) dão origem às 4 séries de dados representadas no gráfico 1.

Gráfico 1



**Gráfico 1 – Retornos mensais correspondentes às 4 diferentes classes de ativos imobiliários estudadas.**

Ver anexo IV – Neste anexo é apresentada a interpretação dos valores expressos no gráfico acima exposto.



### 3.1- COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO CONSTANTE $\rho(CCC)$

Tendo por objetivo o cálculo do coeficiente de correlação constante  $\rho(CCC)$  existente entre os retornos do índice imobiliário por tipo de imóvel e os contratos de futuros (ver anexo II, tabela III) e ainda o cálculo do coeficiente de correlação constante  $\rho(CCC)$  existente entre os retornos dos índices imobiliários por tipo de imóvel e a taxa de inflação, aplicou-se a seguinte metodologia de cálculo.

Realização de regressões, equação (3) utilizando o programa *Eviews*, com o objetivo de se obterem os valores dos coeficientes  $\beta_{s,j}$  que não são mais do que os coeficientes de correlação condicional constante  $\rho(CCC)$ . Para analisar o comportamento de cada um dos 4 diferentes tipos de imóveis em estudo quando condicionados pelo comportamento dos contratos de futuros ou pela taxa de inflação foram realizadas 8 regressões.

Aplicando-se a equação (16) chegam-se aos valores do rácio ótimo de correlação ( $\delta_{s,j}$ ).

Os coeficientes  $\beta_{s,j}$  acima referidos são normalmente estimados pelo método dos mínimos quadrados (*OLS*)<sup>7</sup>, no entanto caso se constate a existência de heterocedasticidade condicional<sup>8</sup>, será necessário passar a aplicar modelos do tipo *ARCH*, *GARCH*, *IGARCH*, *TARCH* e outros, onde os coeficientes  $\beta_{s,j}$  passam a ser calculados pelo método da máxima verossimilhança (*ML*)<sup>9</sup>.

Equação 3- Fórmula para as regressões

$$I_{s,t} = \alpha_s + \sum_{j=1}^i \beta_{s,j} x F_{j,t} + \varepsilon_{s,t} \quad (3)$$

$I_{s,t}$  - Valores dos retornos do índice imobiliário tipo “s” no mês “t”;

<sup>7</sup> *Ordinary least squares* - método dos mínimos quadrados

<sup>8</sup> Quando se verifica que a variância da variável dependente da regressão não é constante, acontece quando os valores limites de banda da *FAC* e ou *FACP* nos quadrados dos resíduos são ultrapassados.

<sup>9</sup> *Maximum Likelihood* - método da máxima verossimilhança

$\alpha_s$  - Constante da regressão relativo ao imóvel tipo “s”;

$\beta_{s,j}$  - Coef. que dá a variação em percentagem das variáveis dependentes do tipo “s”, quando a variável independente “j” varia uma unidade;

$F_{j,t}$  - Valores do retorno de cada variável independente “j” no mês “t”;

$\varepsilon_{s,t}$  - Valor dos erros/resíduos standardizados da variável dependente “s”, no mês “t”;

### **3.1.1- METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO**

#### **CONDICIONAL CONSTANTES P(CCC)**

Começa-se por verificar se a série de dados relativa à variável dependente é estacionária, ou seja se os valores dos retornos do índice imobiliário por tipo são estacionários, para tal faz-se o teste às raízes unitárias (teste de Dickey Fuller) que testa a existência de raízes unitárias. Só séries estacionárias geram valores únicos e confiáveis para os parâmetros  $\beta_{s,j}$  a calcular.

Caso não se esteja na presença de uma série estacionária, terá de se proceder às transformações *Box-Cox*, onde se modificam os dados base através da aplicação de operações logarítmicas, exponenciais ou qualquer outra operação deste tipo que gera uma nova série de dados. Caso as novas séries de dados obtidas permaneçam não estacionárias, terá de se passar à aplicação do método das diferenças, entrando-se no domínio dos modelos *ARIMA(p,d,q)*, onde “d” é o n.º de diferenças necessárias para tornar a série estacionária. Os modelos das diferenças só podem ser de 1ª ou 2ª ordem.

Analisar a qualidade do modelo, que passa pela verificação da existência de autocorrelação e autocorrelação parcial  $lag^{10}$  a  $lag$  nos valores dos resíduos/erros standardizados resultantes do modelo, para  $lag$ ’s mais baixos e para  $lag$ ’s considerados

---

<sup>10</sup> lag a lag, período temporal em período temporal, no caso presente mês a mês

significativos tais como os *lag's* 2, 3, 4, 6, 9, 12, 24, estes são os chamados testes individuais. Realizados os testes individuais, segue-se com a aplicação do teste *Ljung-Box*, para testar se o conjunto de valores relativos à autocorrelação (*FAC*) e ou autocorrelação parcial (*FACP*) pode ser na sua globalidade considerado igual a zero (nulo).

Para resolver a existência de autocorrelação (*FAC*) e ou autocorrelação parcial (*FACP*) nos resíduos standardizados, acrescentam-se aos modelos de estimação (regressões) termos autorregressivos *AR(p)* e ou termos de média móvel *MA(q)*. Quando para correção do modelo for necessário acrescentar ao modelo inicial, termos autorregressivos (*p*) e termos de média móvel (*q*), estamos perante um processo misto identificado como *ARMA(p,q)* ou *ARIMA(p,d,q)*, este último apenas quando utilizadas diferenças para se obter a necessária estacionaridade da série de dados relativos à variável dependente tal como já anteriormente descrito, esta análise é feita tanto para a parte sazonal como para a parte regular.

Equação 4- Cálculo dos valores limites de banda, intervalo de confiança 95%

$$\text{limites de bandas} = (+/-)2,00 \times \sqrt{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

*n* - nº de observações da série que no caso presente são 252

O valor limite de banda indica o valor até ao qual se considera não existir dependência entre os valores da variável dependente e os seus valores passados ou os valores passados dos resíduos/erros. A partir do momento em que este valor é ultrapassado estamos na presença de processos com termos *AR(p)* ou *MA(q)*.

Para se obterem modelos de previsão confiáveis que geram resíduos com média nula e cujos seus valores nunca são correlacionados entre si ou com a variável dependente, é necessário retirar as dependências encontradas nos modelos de partida. No entanto estes modelos podem em simultâneo apresentar variância constante ou não constante. Caso não apresentem variância constante estamos na presença de séries com heterocedasticidade condicional, obrigando a entrar no domínio dos processos do tipo *ARCH*, *GARCH*, *IGARCH*, *TARCH*, etc.

O termo ( $p$ ) da parte autorregressiva (*AR*) de um modelo é retirado da análise ao valor da autocorrelação parcial (*FACP*) e o termo ( $q$ ) da parte da média móvel (*MA*) de um modelo é retirado da análise ao valor da autocorrelação (*FAC*).

Sempre que o valor da autocorrelação parcial (*FACP*) dos resíduos num determinado  $lag(p)$  ultrapasse o valor limite das bandas definido pela equação (4), significa que estamos perante a existência de um modelo com termos autorregressivos (*AR*).

Sempre que o valor da autocorrelação (*FAC*) dos resíduos num determinado  $lag(q)$  ultrapasse o valor limite das bandas definido pela equação (4), significa que estamos perante a existência de um modelo com termos de médias móveis (*MA*).

Sempre que ambos os valores de (*FAC*) e (*FACP*) ultrapassem o valor limite das bandas estamos perante o campo de aplicabilidade de modelos mistos, *ARIMA*( $p,d,q$ ) ou *ARMA*( $p,q$ ). A diferença entre estes dois modelos já foi explicada anteriormente.

### **Modelos *ARMA*( $p,q$ )**

Equação 5 - Fórmula *ARMA* ( $p,q$ )

$$I_s, t = \alpha s + \sum \beta_{s,j} x F_{j,t} + \varepsilon_{s,t} + \phi(p)xAr(p) + \theta(q)xMA(q) \quad (5)$$

Ou,

Equação 6- Fórmula processo *ARMA* (p,q)

$$I_{s,t} = \alpha_s + \sum_j \beta_{s,j} \times F_{j,t} + \varepsilon_{s,t} + \phi(p) \times I_{s,t-p} + \theta(q) \times \varepsilon_{s,t-q} \quad (6)$$

$I_{s,t}$  - Valor do retorno do índice imobiliário tipo “s”, no mês “t”;

$\alpha_s$  - Constante da regressão relativo ao imóvel tipo “s”;

$\beta_{s,j}$  - Coef. que dá a variação em percentagem das variáveis dependentes do tipo “s”, quando a variável independente “j” varia uma unidade;

$F_{j,t}$  - Valor dos retornos das variáveis independentes em estudo, no mês “t”;

$\varepsilon_{s,t}$  - Valor dos erros/inoações da variável dependente “s”, no mês “t”;

$\phi(p)$  - Valor do coeficiente de autocorrelação parcial no *lag*(p);

$\theta(q)$  - Valor do coeficiente de autocorrelação no *lag*(q);

$Ar(p)$  - Representa o valor da variável dependente (retorno dos valores do imobiliário por tipo) no período  $(t - q)$ , ou seja  $I_{s,t-q}$ ;

$MA(q)$  - Representa o valor do erro/resíduo/inoação no período  $(t - q)$  ou seja  $\varepsilon_{s,t-q}$ ;

$(p)$  - Representa o n.º do *lag* onde se verifica autocorrelação parcial dos resíduos, ou seja onde o valor desta ultrapassa o valor limite das bandas;

$(q)$  - Representa o n.º do *lag* onde se verifica autocorrelação dos resíduos, ou seja onde o valor desta ultrapassa o valor limite das bandas;

Verificação dos valores da autocorrelação parcial (*FACP*) e da autocorrelação (*FAC*) nos quadrados dos resíduos para averiguar a estacionaridade na variância, para confirmação da existência ou não de heterocedasticidade condicional. Caso ao longo dos *lag*'s em observação o valor da autocorrelação (*FAC*) e da autocorrelação parcial (*FACP*) nos quadrados dos resíduos seja inferior ao valor correspondente ao limite das bandas, definido pela equação (4), conclui-se que não existe heterocedasticidade condicional, os resíduos são independentes entre si com variância/volatilidade

constante, caso contrário está-se na presença de dependência entre os valores dos quadrados dos resíduos, concluindo-se que a variância/volatilidade não é constante.

No entanto nestes processos é necessário efetuar algumas restrições de modo ao valor da variância de longo prazo não ser infinita, nem apresentar valores negativos, o que é fundamental e obrigatório para se estar na presença de processos geradores de previsões confiáveis.

Sendo os modelos do tipo  $GARCH(p,q)$  e seu caso particular o  $GARCH(1,1)$  os mais utilizados e adequados para a resolução da grande maioria dos casos onde se verifica a existência de heterocedasticidade condicional, são de seguida apresentadas as fórmulas e as restrições associadas apenas a estes dois modelos.

### Modelos do tipo $GARCH(p,q)$

Equação 7 - Cálculo do erro ( $e_t$ ) processo  $GARCH(p,q)$

$$e_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad (7)$$

$\sigma_t$  – Valores do desvio padrão

$\varepsilon_t$  – Valores dos erros/resíduos standardizados

Equação 8 - Cálculo da variância  $\sigma_t^2$  processo  $GARCH(p,q)$

$$\sigma_t^2 = w + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p e_{t-p}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 + \dots + \beta_p \sigma_{t-p}^2 \quad (8)$$

$w$  – Valor médio dos valores passados da variância

$\alpha_1$  – Coeficiente relativo à influência dos erros/inoações passados em relação aos valores futuros da variância, no período  $(t-p)$

$\beta_1$  – Coeficiente relativo à influência dos valores passados da variância em relação aos valores futuros da variância, no período  $(t-p)$

Equação 9 - Verificação da estacionaridade processo  $GARCH(p,q)$

$$\sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{i=1}^q \beta_i < 1 \quad (9)$$

Caso esta condição não seja respeitada, o processo deixa de ser estacionário na variância.

Equação 10 - Cálculo da variância de longo prazo  $GARCH(p,q)$

$$\sigma^2 = w / (1 - \sum_{i=1}^p \alpha_i - \sum_{i=1}^q \beta_i) \quad (10)$$

### Modelos do tipo $GARCH(1,1)$ - Caso particular do processo $GARCH(p,q)$

Este modelo resolve a grande maioria dos problemas de heterocedasticidade condicional;

Equação 11- Cálculo do erro  $GARCH(1,1)$

$$e_t = \sigma_t \varepsilon_t \quad (11)$$

Equação 12- Cálculo da variância  $GARCH(1,1)$

$$\sigma_t^2 = w + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (12)$$

Equação 13 – Restrições para a variância não ser negativa  $GARCH(1,1)$

$$w > 0, \alpha_1 \geq 0 \text{ e } \beta_1 \geq 0 \quad (13)$$

Equação 14 - Verificação da estacionaridade  $GARCH(1,1)$

$$\alpha_1 + \beta_1 < 1 \quad (14)$$

Caso esta condição não seja respeitada o processo deixa de ser estacionário na variância, ou seja passa a não estacionário com a variância de longo prazo a resultar num valor infinito, o modelo não é aceitável, gera valores em que não se pode confiar;

Equação 15 - Cálculo da variância de longo prazo  $GARCH(1,1)$

$$\sigma^2 = w / (1 - \alpha_1 - \beta_1) \quad (15)$$

Ultrapassadas todas estas verificações e ou transformações está-se em condições de obter os valores dos parâmetros  $\beta_{s,j}$ ,  $\theta^{l1}$  e  $\phi^{l2}$  corretos e a confiar, tendo em conta as variáveis dependentes e independentes utilizadas na regressão, pelo método dos

---

<sup>11</sup> Termo *AR*

<sup>12</sup> Termo *MA*

mínimos quadrados (*OLS*) caso não se verifique heterocedasticidade condicional ou pelo método da máxima verossimilhança (*ML*) caso se constate a existência de heterocedasticidade condicional.

Por último será efetuado o teste de multicolinearidade, este tem por objetivo verificar se o valor da covariância entre os valores de cada variável independente e os valores dos erros/resíduos standardizados é igual a zero. Caso este valor não seja igual a zero prova-se a existência de multicolinearidade, logo o modelo escolhido não gera resultados confiáveis, a multicolinearidade terá de ser anulada. Por vezes para resolver este tipo de problema basta aumentar a dimensão da amostra, caso assim não seja, terá de se retirar da regressão a variável que provoca este efeito, substituindo-a por outra variável a si altamente correlacionada, mas onde esse efeito não surge.

Depois de aplicada toda esta metodologia e ficando com vários modelos todos eles considerados válidos, o modelo final a escolher dependerá do valor de *Akaike*, escolhendo-se como melhor modelo aquele que comparativamente com todos os restantes apresentar menor valor no *Akaike*.

Daqui obtêm-se todos os valores relativos ao coeficiente de correlação condicional constante  $\rho(CCC)$  que não são mais do que os valores de  $\beta_{s,j}$ .

Para cálculo do rácio de cobertura ótimo  $\delta_{s,j}$  aplica-se a fórmula seguinte, ver Berg et al., (2007);

Equação 16 – Fórmula para cálculo do rácio de correlação ótimo  $\delta_{s,j}$

$$\delta_{s,j} = \beta_{s,j} \times \sqrt{\left(\frac{Var(I_{s,t})}{Var(F_{j,t})}\right)} \quad (16)$$

$\beta_{s,j}$  – Valores do coeficiente de correlação constante entre os retornos dos imóveis em estudo (s) e os futuros ou taxa de inflação (j)

$Var(I_{s,t})$  – Variância dos retornos dos imóveis em estudo (s)



$Var(F_{j,t})$  – Variância dos retornos dos futuros em estudo ou taxa de inflação (j)

Este rácio  $\delta_{s,j}$  avalia o risco de correlação da estratégia de cobertura/hedging a assumir.

Elevado risco de correlação resulta em estratégias de cobertura ineficazes.

### **3.1.2- VALORES DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO CONDICIONAL CONSTANTE $P(CCC)$ E $\delta_{s,j}$**

#### **3.1.2.1- PARA O CASO DOS CONTRATOS DE FUTUROS**

Para as regressões onde a variável dependente são os retornos dos preços do índice de preços imobiliário por tipo de imóvel (industrial, comercial, escritórios e todo o tipo de imóveis) e onde as variáveis independentes são os diferentes contratos de futuros contínuos de ativos expostos na tabela III do anexo II, depois de calculados os valores relativos aos coeficientes  $\beta_{s,j}$  obtidos pela resolução das 4 regressões, verificam-se quais são os futuros que apresentam valores significativos para o coeficiente  $\beta_{s,j}$ , pela observação do valor resultante do teste do *P-Value*. Para todos os restantes, o valor do coeficiente de correlação constante  $\rho(CCC)$  é desde logo e à partida considerado nulo, pois o valor de  $\beta_{s,j}$  é igual a zero seja qual for o valor numérico a este associado.

Assim e uma vez que o valor máximo significativo relativo ao coeficiente de correlação  $\rho(CCC)$  encontrado é de 0,0206, dando origem a um rácio de cobertura ótimo  $\delta_{s,j}$  com o valor de 0,0071 para (ver tabela I).

Conclui-se que os contratos de futuros estudados são produtos derivados sem grande potencial para o estabelecimento de estratégias eficazes de cobertura de risco contra a desvalorização de qualquer um dos 4 diferentes tipos de imóveis em estudo, pois apresentam um risco de correlação muito elevado.

Tabela I - Valores dos coeficientes de correlação constantes  $\rho(CCC)$  para os contratos de futuros

VARIÁVEIS INDEPENDENTES			VARIÁVEIS DEPENDENTES							
Ativos subjacentes aos contratos de futuros			Todo o tipo de imóveis		Imóveis Industriais		Imóveis Comerciais		Escritórios	
			$\beta=\rho(CCC)$	$\delta_{s,j}^{13}$	$\beta=\rho(CCC)$	$\delta_{s,j}$	$\beta=\rho(CCC)$	$\delta_{s,j}$	$\beta=\rho(CCC)$	$\delta_{s,j}$
1	LLNBRENTCRUDE	CRUDE	-0,0019	-0,0002	-0,0011	-0,0001	-0,0038	-0,0005	-0,0004	0,0000
2	LNCOCOA	CACAU	-0,0099*	-0,0013	-0,0051	-0,0006	-0,0150*	-0,0021	-0,0066	-0,0009
3	LNCOMMODITY	MATERIAS PRIMAS	<b>0,0183*</b>	<b>0,0059</b>	0,0099	0,0029	0,0168	0,0058	<b>0,0206*</b>	<b>0,0071</b>
4	LNCOPPER	COBRE	-0,0033*	-0,0005	-0,0017	-0,0002	-0,0033	-0,0005	-0,0002	0,0000
5	LNCORNFUT	MILHO	0,0018	0,0003	0,0036	0,0005	0,0036	0,0006	0,0057*	0,0009
6	LNEURODOLLAR	EURODOLLAR	-0,0053	-0,0020	0,0125	0,0043	-0,0157	-0,0064	-0,0104	-0,0043
7	LNFTSE500	ÍNDICE FTSE500	0,0041	0,0009	-0,0022	-0,0004	-0,0062	-0,0014	-0,0055	-0,0013
8	LNHEATOIL	GASÓLEO DE AQUEC.	-0,0002*	0,0000	-0,0001	0,0000	-0,0003*	0,0000	-0,0001	0,0000
9	LNLEANHOGS	PORCOS VIVOS	-0,0003	0,0000	-0,0007	-0,0001	0,0014	0,0002	0,0002	0,0000
10	LNLIVECATLEFUT	GADO VIVO	0,0050*	0,0012	0,0034	0,0008	0,0067*	0,0018	0,0009	0,0002
11	LNLONDONCOCA	CACAU LONDRINO	0,0092*	0,0013	0,0021	0,0003	0,0129*	0,0019	0,0009	0,0001
12	LNOURO	OURO	0,0086*	0,0023	0,0052	0,0012	0,0122*	0,0035	0,0027	0,0008
13	LNPLATINUN	PLATINA	-0,0036*	-0,0007	-0,0038	-0,0006	-0,0009	-0,0002	-0,0061*	-0,0012
14	LNSOYBEANSFUTT	SOJA	-0,0013	-0,0002	-0,0033*	-0,0004	0,0003	0,0000	-0,0061*	-0,0009
15	LNSP500	ÍNDICE SP500	0,0070	0,0018	<b>0,0120*</b>	<b>0,0027</b>	<b>0,0176*</b>	<b>0,0047</b>	0,0105*	0,0028
16	LNUK/DOLLAR	LIBRA/DÓLAR	0,0059	0,0024	-0,0010	-0,0004	0,0079	0,0034	0,0070	0,0030
17	LNUSDOLLARFUTR	DÓLAR EUA	0,0075	0,0034	0,0186	0,0074	-0,0039	-0,0018	-0,0120	-0,0057
18	LNWEATFUT	COMIDA	-0,0046*	-0,0007	-0,0009	-0,0001	-0,0081*	-0,0013	-0,0067*	-0,0010
19	LNWHITESUGAR	AÇÚCAR BRANCO	-0,0016	-0,0003	-0,0034	-0,0005	-0,0019	-0,0003	0,0028	0,0005

**NOTA:** Apenas os coeficientes que apresentam (\*), são estatisticamente significativo, todos os restantes podem ser considerados como nulos, iguais a zero. Todos os valores são estatisticamente significativos para  $P\text{-Value} \leq 0,05$  (5%).

<sup>13</sup>  $\delta_{s,j}$  - Rácio de cobertura óptimo

### 3.1.2.2 - PARA O CASO DA TAXA DE INFLAÇÃO

Quanto ao coeficiente de correlação entre os 4 diferentes tipos de imóveis e a taxa de inflação e mediante a repetição do método de cálculo descrito no ponto anterior, chegam-se aos seguintes resultados:

**Tabela II**

VARIÁVEIS INDEPENDENTES			VARIÁVEIS DEPENDENTES							
Taxa de inflação			Todo o tipo de imóveis		Imóveis Industriais		Imóveis Comerciais		Escritórios	
			$\beta=\rho(CCC)$	$\delta_{s,j}$	$\beta=\rho(CCC)$	$\delta_{s,j}$	$\beta=\rho(CCC)$	$\delta_{s,j}$	$\beta=\rho(CCC)$	$\delta_{s,j}$
1	<i>Inflation rate</i>	Taxa de inflação	0,0901*	0,2371	0,0698*	0,1634	<b>0,1291*</b>	<b>0,3593</b>	0,0728*	0,2027

**Tabela II - Valores dos coeficientes de correlação constantes  $\rho(CCC)$  para a taxa de inflação**

**Nota:** Apenas os coeficientes que apresentam (\*), são estatisticamente significativo, todos os restantes podem ser considerados como nulos, iguais a zero. Todos os valores são estatisticamente significativos para  $P\text{-Value} \leq 0,05$  (5%)

Neste caso o valor máximo significativo para o coeficiente de correlação condicional constante  $\rho(CCC)$  é de 0,129 para o par de variáveis (retorno dos imóveis comerciais/taxa de inflação), originado o valor de 0,359 para o rácio de cobertura ótimo. Para todos os casos estudados, os valores encontrados para o coeficiente de correlação condicional constante originam valores de rácio de cobertura ótimo muito pequenos e distantes dos valores óptimos 1 ou (-1). Daqui percebe-se que a utilização destes contratos de futuros e da taxa de inflação em estratégias de cobertura de risco contra a desvalorização dos preços dos imóveis em estudo representa um risco de correlação muito elevado.

Os resultados encontrados vão de encontro aos resultados presentes em estudos anteriores sobre este mesmo assunto, como em Hinkelmann (2007) e Chan (2011).

### ***3.2- COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO CONDICIONAL DINÂMICO $\rho(DCC)^{14}$***

Tendo em consideração os resultados obtidos para os coeficientes de correlação condicional constante  $\rho(CCC)$ , onde os dois pares de variáveis com valores mais elevados são, para o 1º par e considerando como variável (X) os retornos dos imóveis do tipo escritório e como variável (Y) os retornos dos contratos de futuros cujos ativos subjacentes são matérias-primas e para o 2º par considerando como variável (X) os retornos dos imóveis do tipo comercial e como variável (Y) os valores da taxa de inflação, apenas para estes dois pares de variáveis (dois modelos bivariados) será calculado o valor do coeficiente de correlação dinâmico  $\rho(DCC)$ , ou seja o valor do coeficiente de correlação condicional ao longo do tempo. O  $\rho(DCC)$  permite observar as variações ocorridas no valor do coeficiente de correlação condicional ao longo do tempo em análise, desde 01 de janeiro de 1990 até 31 de dezembro de 2010.

---

<sup>14</sup> *Dynamic condition correlation* - Coeficiente de correlação condicional dinâmico, ao longo do tempo

### **3.2.1- METODOLOGIA DE CÁLCULO DO $\rho(DCC)$ , PARA MODELOS BIVARIÁVEIS**

O método de seguida apresentado aplica-se a modelos bivariáveis ou seja a modelos com uma variável dependente, para apenas uma variável independente.

A vantagem desta metodologia  $\rho(DCC)$  em relação à anterior  $\rho(CCC)$  é que com esta conseguem-se conhecer os diferentes valores do coeficiente de correlação condicional em cada um dos momentos temporais (neste casos meses) relativos ao intervalo de tempo estudado. Passam-se a conhecer todas as variações sofridas por este ao longo do tempo, consegue-se verificar se o coeficiente de correlação condicional sofre ou não grandes oscilações no tempo e se estas se relacionam ou não com determinados acontecimentos de maior ou menor volatilidade em termos económicos e financeiros, ou com qualquer outro fenómeno passado, o que não se consegue com a aplicação do método relativo ao cálculo do  $\rho(CCC)$ , onde apenas se obtém um valor único, logo constante ao longo de todo o tempo em observação.

Com a aplicação do método para o cálculo do  $\rho(DCC)$  conseguem-se obter as necessárias informações para se poderem implementar estratégias dinâmicas de gestão de ativos, que em geral são mais eficazes e apresentam melhores resultados comparativamente com as estratégias estáticas de gestão de ativos que tem por base o valor do coeficiente de correlação constante  $\rho(CCC)$ .

Os valores correspondentes ao coeficiente de correlação constante  $\rho(CCC)$ , no fundo correspondem a um valor médio válido para o intervalo temporal em estudo, mas que muitas vezes não é o mais apropriado para determinado momento temporal vivido, podendo ser mesmo totalmente desajustado quando se vivem momentos de maior desconfiança e volatilidade nos mercados.

Para o cálculo do  $\rho(DCC)$  existem vários métodos, o método utilizado segue a teoria desenvolvida por Robert F. Engle em Engle (2002) tendo por base a seguinte metodologia:

- 1- Definir um processo de regressão confiável, seguindo todo o processo explicado anteriormente (ver pto. 3.1.1) tanto para a variável 1 identificada por (x) como para a variável 2 identificada por (y), sendo x e y as variáveis a correlacionar. Objetivo é obter um modelo de previsão fiel para cada uma das variáveis (x), (y);
- 2- Tendo o melhor modelo de previsão identificado para cada uma das variáveis (x) e (y), passa-se ao cálculo dos valores dos resíduos standardizados ( $\varepsilon_{x(t)}$ ) e ( $\varepsilon_{y(t)}$ ) gerados por esses modelos.
- 3- Gerar séries de valores correspondentes ao valor dos resíduos ao quadrado  $(\varepsilon_{x(t)})^2$ ,  $(\varepsilon_{y(t)})^2$  e dos resíduos cruzados  $(\varepsilon_{x(t)} \times \varepsilon_{y(t)})$ , partindo dos valores calculados no ponto 2 anterior;

Equação 17 – Fórmula para cálculo da série  $\varepsilon_{x,y}$

$$\varepsilon_{xy(t)} = \varepsilon_{x(t)} \times \varepsilon_{y(t)} \quad (17)$$

- 4- Tirar o valor da média da série de valores  $\varepsilon_{x,y(t)}$  identificado daqui para a frente com “W” que representa o valor da média em termos probabilísticos da série de valores  $\varepsilon_{x,y(t)}$ ;
- 5- Utilizar um modelo  $ARMA(1,1)$  onde a variável dependente é representada pelos valores resultantes de  $\varepsilon_{x,y(t)}$ , calcular os coeficientes  $\alpha_1, \beta_1$  aqui resultantes;

Equação 18 - Fórmula de um processo  $ARMA(1,1)$

$$\varepsilon_{xy(t)} = \alpha_0 + (\alpha_1 + \beta_1) \times \varepsilon_{xy(t-1)} + v_t + \beta_1 \times v_{t-1} \quad (18)$$

- 6- Ter atenção, caso os valores de  $(\alpha_1 + \beta_1) > 0$  e  $\beta_1 < 0$ , avança-se para o passo seguinte, caso contrário o coeficiente de correlação condicional ao longo do tempo  $\rho(DCC)$  pode ser considerado de imediato como igual a zero (nulo).
- 7- Gerar um *GARCH* (1,1) segundo a fórmula geral do processo, para cada uma das séries  $(\varepsilon_{x,t})^2$ ,  $(\varepsilon_{y,t})^2$  e  $(\varepsilon_{x,t} \times \varepsilon_{y,t})$ , utilizando para tal os coeficientes  $\alpha_1$  e  $\beta_1$  calculados anteriormente pela aplicação do *ARMA*(1,1), daqui obtém-se o valor da  $\sigma^2_{x,t}$  (variância dos resíduos de  $x$  ao longo do tempo), o valor de  $\sigma^2_{y,t}$  (variância dos resíduos  $y$  ao longo do tempo) e o valor de  $\sigma_{(x,y),t}$  (covariância entre os resíduos  $x,y$  ao longo do tempo), pela aplicação das seguintes fórmulas;
- 7.1- Fórmula de um *GARCH* (1,1) correspondente, para o cálculo da covariância entre os resíduos de  $x,y$  ao longo do tempo;

Equação 19 - Fórmula de cálculo da covariância entre  $(x)$  e  $(y)$

$$\sigma_{x,y}(t) = \frac{w}{(1 - \alpha_1)} + (\alpha_1 + \beta_1) \times \varepsilon_{x,y}(t-1) - (\beta_1 \times \sigma_{x,y}(t-1) - w) \quad (19)$$

Sendo o valor médio da série  $\varepsilon_{x,y}(t)$  igual a  $W$ , calculado no ponto 4 anterior

- 7.2- Fórmula de um processo *GARCH*(1,1) correspondente, para o cálculo da variância dos resíduos da variável  $x$ ;

Equação 20 - Cálculo da variância da variável  $(x)$  ao longo do tempo

$$\sigma^2_{x(t)} = \frac{1}{(1 - \alpha_1)} + (\alpha_1 + \beta_1) \times \varepsilon_{x^2}(t-1) - (\beta_1 \times \sigma^2_{x(t-1)} - 1) \quad (20)$$

Sendo o valor médio da série  $(\varepsilon_{x,t})^2$  igual a 1

7.3- Fórmula de um processo *GARCH* (1,1) correspondente, para o cálculo da variância dos resíduos da variável  $y$ ;

Equação 21 – Cálculo da variância da variável ( $y$ ) ao longo do tempo

$$\sigma^2_{y(t)} = \frac{1}{(1 - \alpha_1)} + (\alpha_1 + \beta_1) \times \varepsilon_{y^2(t-1)} - (\beta_1 \times \sigma^2_{y(t-1)} - 1) \quad (21)$$

Sendo o valor médio da série  $(\varepsilon_{y,t})^2$  igual a 1

Desta forma calcula-se a variância ao longo do tempo dos resíduos standardizados da variável  $y$ ;

- 8- Calcular o coeficiente de correlação dinâmico ou seja ao longo do tempo  $\rho(DCC)$ , pela fórmula apresentada de seguida;

Equação 22 - Cálculo do coeficiente de correlação condicional dinâmico  $\rho(DCC)$

$$\rho_{(DCC)} = \frac{\sigma_{x,y(t)}}{\sqrt{(\sigma^2_{y(t)} \times \sigma^2_{x(t)})}}; \quad (22)$$

$\sigma_{x,y(t)}$  – Covariância entre variável  $x$  e variável  $y$ , no período de tempo  $t$

$\sigma^2_{x(t)}$  – Variância de  $x$ , no período de tempo  $t$

$\sigma^2_{y(t)}$  – Variância de  $y$ , no período de tempo  $t$

Seguindo toda a metodologia anteriormente exposta, chegam-se aos valores apresentados nos gráficos 2 e 3:



### 3.2.2- RESULTADOS DE $P(DCC)$ EM GRÁFICOS

#### 3.2.2.1- RESULTADOS OBTIDOS PARA O $P(DCC)$ ENTRE IMÓVEIS DO TIPO ESCRITÓRIO COM CONTRATOS DE FUTUROS DE MATÉRIAS-PRIMAS

Gráfico 2

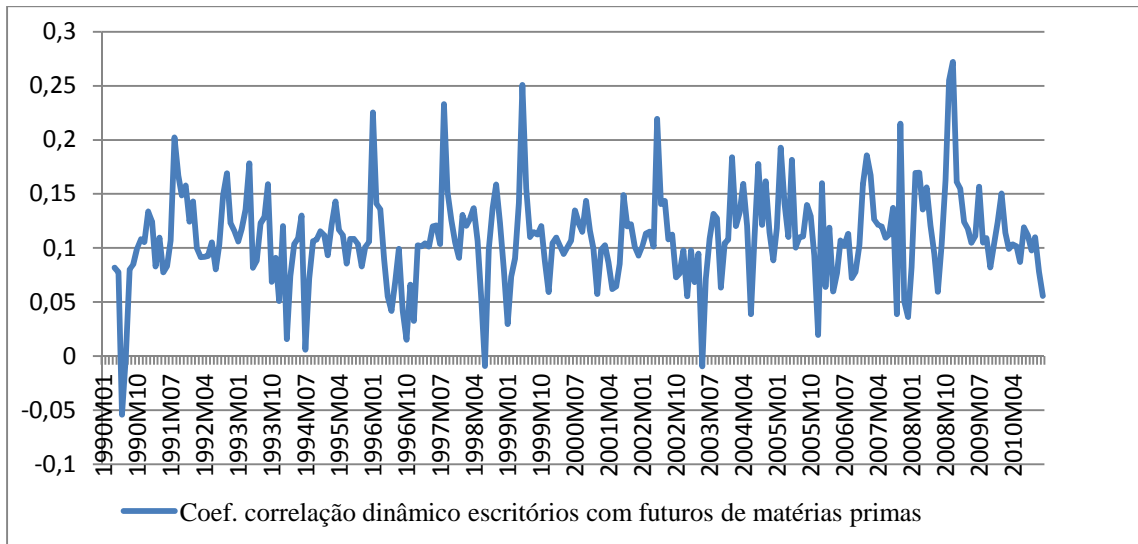


Gráfico 2- Valores do coeficiente de correlação ao longo do tempo  $\rho_t(DCC)$ , para o par de variáveis, imóveis de escritório/contratos de futuros sobre matérias-primas

#### 3.2.2.2- RESULTADOS OBTIDOS PARA O $P(DCC)$ ENTRE OS IMÓVEIS DO TIPO COMERCIAL COM A INFLAÇÃO

Gráfico 3

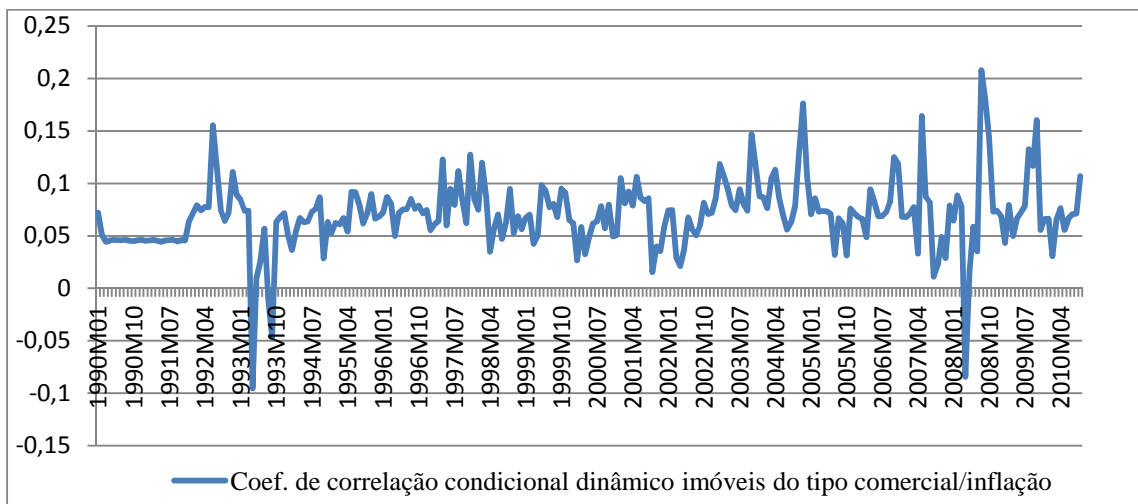


Gráfico 3- Valores do coeficiente de correlação ao longo do tempo  $\rho_t(DCC)$ , para o par de variáveis, imóveis do tipo comercial/inflação;

### **3.2.2.3- INTERPRETAÇÃO DE VALORES DOS GRÁFICOS ACIMA EXPOSTOS**

Como se pode verificar observando os valores presentes no gráfico 2 o valor relativo ao coeficiente de correlação condicional dinâmico  $\rho(DCC)$  varia ao longo do tempo entre (-0,054 e 0,272), no gráfico 3 este varia entre (-0,095 e 0,208), o valor da média para o primeiro par de variáveis analisado é de 0,109, para o segundo deste é igual a 0,070.

Pela análise dos valores expostos em ambos os gráficos, embora se constatem oscilações de maior amplitude durante a crise financeira com início em 2007 que deu origem à crise económica, o coeficiente de correlação nunca atinge valores que possam ser considerados significativos para a possível implementação de estratégias eficazes de cobertura de risco, esta conclusão é válida tanto para o caso da utilização dos contratos de futuros como para o caso da taxa de inflação, isto porque o risco de correlação é muito elevado.

As variáveis em estudo têm comportamento que se podem considerar independentes, não existe correlação entre estas, ou se existe é muito baixa.

Constrangimento do estudo presente - Ver conteúdo do anexo V.

#### **4- CONCLUSÕES E PROPOSTA PARA UMA ULTERIOR INVESTIGAÇÃO**

Partindo para este trabalho com o objetivo de verificar a potencialidade de cobertura de risco que 19 diferentes tipos de contratos de futuros e a taxa de inflação apresentam perante a desvalorização dos preços de 4 diferentes tipos de classes de imóveis, da análise e interpretação de todos os resultados obtidos nos diversos testes realizados com dados representativos de 21 anos que vão desde 01 de janeiro de 1990 até 31 de dezembro de 2010, com frequência mensal, para o mercado Inglês, constata-se que praticamente não existe qualquer correlação entre as variáveis estudadas, o que reflete os resultados obtidos em estudos anteriores e similares realizados para o mercado dos EUA.

Constata-se que os retornos dos 4 diferentes tipos de imóveis em estudo (imóveis comerciais, imóveis industriais, imóveis para escritórios e todo o tipo de imóveis) também não dependem da taxa de inflação, esta variável não condiciona as variáveis dependentes utilizadas, ou seja não condiciona os valores dos retornos das 4 diferentes classes de imóveis estudadas.

Tal como sucede com os contratos de futuros a inflação pode ser considerada independente em relação aos retornos relativos aos 4 diferentes tipos de imóveis estudados.

Por fim e uma vez que neste exercício não se obtiveram resultados que permitam efetuar estratégias eficazes de cobertura de risco (risco de correlação muito elevado) contra a desvalorização de ativos imobiliários reais, nem com a utilização dos contratos de futuros relativos aos ativos subjacentes identificados no anexo II, tabela III, nem com a utilização de produtos afetos diretamente à taxa de inflação, mas tendo por memória a grande importância de se virem a descobrir produtos financeiros desta natureza

devidamente líquidos, propõem-se como futuro trabalho de investigação, estudar e calcular o coeficiente de correlação constante e dinâmico existente entre os retornos de carteiras de ativos imobiliários detidas por grandes fundos imobiliários e por entidades bancária de média e grande dimensão e os retornos dos contratos de futuros de índices de preços imobiliários. Para o caso de se obterem deste estudo elevados valores tanto para os coeficientes de correlação como para o rácio de cobertura ótimo de seguida e uma vez que este tipo de séries de dados em geral não refletem distribuições de dados consideradas normais, logo não existem relações lineares entre as variáveis estudadas, será conveniente efetuar a confirmação dos valores anteriormente obtidos pelo cálculo do nível de dependência dessas mesmas variáveis nos valores extremos, com a aplicação da teoria de copulas, ver Zhou (2012), Patton (2006,2012).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Berg, N. Gu, Anthony, Y. Lien, Donald., 2007. *Dynamic Correlation : A Tool for Hedging House Price Risk ? Real Estate Portfolio Management*, vol. 13, pp. 17-28.
- Bertus, M. Hollans, H. & Swidler. S., 2008. *Hedging House Price Risk with CME Futures Contracts: The Case of Las Vegas Residential Real Estate.*, *Journal of Real Estate Finance and Economics*, Issue Risk, Hedging, pp. 265–279.
- Chan, K. F., Treepongkanuna, S., Brooks, R., Gray, S., 2011. *Evidence from financial, commodity and real estate assets.*, *Journal of Banking e Finance*, 35 (Real assets, hedging, commodity ), pp. 1415-1426.
- Donner, S., 2010. *Risk management in the aftermath of Lehmann Brothers—Results from a survey among German and international real estate investors.*, *Journal of Property Research*, pp. 37–41.
- Engle, R., 2002. *Dynamic Conditional Correlation.* *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(Correlation), pp. 339-350.
- Fabozzi, F.J. & Shiller, R.J., Tunaru, R.S., 2010. *Property Derivatives for Managing European Real-Estate Risk.* In: *European Financial Management- Vol. 16, N.º1.* s.l., Blackwell Publishing, Lda, pp. 8–26.
- Fabozzi, F.J. & Shiller, R.J., Tunaru, R.S., 2012. *A Pricing Framework for Real Estate Derivatives.* In: *European Financial Management- Vol. 18, N.º5.* s.l., Blackwell Publishing, Lda, pp. 762–789.
- Fabozzi, F.J., Shiller, R.J., Tunaru, R.S., 2009. *Hedging Real Estate Risk.*, *Special Real Estate Issue 2009*, pp. 92–104.
- Hinkelmann, C. & S. S., 2007. *Trading House Price Risk with Existing Futures Contracts.* *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, pp. 37–52.
- IPD, .d.<http://www1.IPd.com/IndexSchedule> [Acedido em: 27 07 2013].
- Lee, C.L. & Lee, M.L., 2012. *Hedging effectiveness of REIT futures.*, *Journal of Property Investment & Finance*, 30(3), pp. 257–281.
- Mcduff, D., 2010. *Home Price Risk , Local Market Shocks, and Index Hedging.*, *Real Estate Fina Econ*, pp. 212–237.
- NCREIF, s.d.[http://www.ncreif.org/public\\_files/NCREIF\\_Data\\_and\\_Products\\_Guide.pdf](http://www.ncreif.org/public_files/NCREIF_Data_and_Products_Guide.pdf). [Acedido em: 23 08 2013].
- Patton, A. J., 2006. *Copula-Based Models for Financial Times Séries.* s.l., The Oxford-Man Institute, University of Oxford.
- Patton, A. J., 2012. *A review of copula models for economic time séries.*, *Journal of Multivariate Analysis*, 110(GARCH, Multivarite models, Time séries), pp. 4-18.
- Sisk, M., December 2005. *Hedging Home Equity.*, *Bank Investment Consultant*, pp. 50-51.
- Tokic, B.Y.D. & Tokic, S., 2008. *Home Price Indices Futures.* *Real Estate Issue*, Volume N.º.1 , pp. 37–40.

*Zhou, J. & Gao, Y., 2012. Tail Dependence in International Real Estate Securities Markets. Real Estate Finan Econ, pp. 128–151.*

## ANEXOS

### ANEXO I - BREVE HISTÓRIA SOBRE OS ÍNDICES IMOBILIÁRIOS

Os índices imobiliários foram popularizados em finais dos anos 80, mais precisamente em entre 1987 e 1989 por Case and Shiller que refinaram o processo empírico de venda repetitiva e estimaram os valores dos índices imobiliários mediante os valores das transações de imóveis realizadas numa série de cidades dos EUA. Este método consequentemente começou a ser o método geralmente aceite para a estimação dos valores do índice de preços imobiliário. (Mcduff, 2010)

*Case & Shiller price house index composite 10* representa o movimento dos preços de venda de imóveis em 10 diferentes cidades (*Boston, Chicago, Denver, Las Vegas, Los Angeles, Miami, New York, San Diego, San Francisco e Washington DC*), o *Case & Shiller price house index composite 20* representa o movimento dos preços de venda de imóveis em 20 diferentes cidades (*Boston, Chicago, Denver, Las Vegas, Los Angeles, Miami, New York, San Diego, San Francisco, Washington DC, Atlanta, Charlotte, Cleveland, Dallas, Detroit, Minneapolis, Phoenix, Portland, Seattle, Tampa* na Florida)

Outro índice imobiliário para o mercado dos EUA o *NPI index*, resulta da alteração do nome do *NCREIF<sup>15</sup> property index* com origem no quarto trimestre de 1977, presentemente é o índice de imóveis comerciais mais importante dos EUA, embora também apresente valores para os imóveis do tipo industrial, escritórios, residencial, hotéis. Os dados para a formulação dos valores deste índice são fornecidos pelos membros do *NCREIF*, têm frequência trimestrais e terão sempre de respeitar os requisitos *standards* definidos pela empresa gestora do índice. No 3º trimestre de 2012

---

<sup>15</sup> *National Council of Real Estate Investment Fiduciaries* – é uma associação com sede em Chicago composta por profissionais institucionais do setor imobiliário que compartilham o interesse comum por esta indústria.

este índice representava os resultados de 7276 propriedades com um valor estimado em mais de \$315 bilhões de dólares, dados retirados do site do *NCREIF*, disponível em [http://www.ncreif.org/public\\_files](http://www.ncreif.org/public_files).

O RPX é o mais recente índice imobiliário para o mercado dos EUA, foi lançado em 2007, representa os valores diários dos preços/m<sup>2</sup> de área do imóvel, cobre 25 áreas urbanas dos EUA, tendo em consideração imóveis familiares e multifamiliares, tanto novos como usados.

Para o mercado inglês o *HHPI* (*Halifax All Price Index*) é o índice de preços imobiliário mais utilizado e mais antigo, apresenta séries de dados com frequência mensal, com início em 1983. Este índice tem por base e em média os valores de venda de 15000 habitações/mês.

Outro índice com origem em Inglaterra o *IPD* (*Investment property datbank index*) surgiu em 1985, apenas para o mercado Inglês, tem por base os dados fornecidos por fundos imobiliários associados, atualmente é uma entidade global que produz índices imobiliários para 32 Países, espalhados pela Europa, Ásia, América do Norte e Oceânia.



**ANEXO II – LISTAGEM COM A IDENTIFICAÇÃO DOS ATIVOS SUBJACENTES AOS  
CONTRATOS DE FUTUROS UTILIZADOS NESTE ESTUDO**

**Tabela III**

<b>Listagem com indicação dos ativos subjacentes aos contratos de futuros</b>	
BRENTCRUDE	CRUDE
COCOA	CACAU
COMMODITY	MATERIAS PRIMAS
COPPER	COBRE
CORN	MILHO
EURODOLLAR	EURO/DÓLAR EUA
FTSE500	ÍNDICE FTSE500
LNHEATOIL	GASÓLEO DE AQUECIMENTO
LEANHOGS	PORCOS VIVOS
LIVECATLE	GADO VIVO
LONDONCOCOA	CACAU LONDRINO
GOLD	OURO
PLATINUN	PLATINA
SOYBEANSFUTT	SOJA
SP500	ÍNDICE SP500
UK/DOLLAR	LIBRA/DÓLAR EUA
USDOLLAR	DÓLAR EUA
WEAT	COMIDA
WHITESUGAR	AÇÚCAR BRANCO

**Tabela III- Lista de ativos subjacentes aos contratos de futuros**

**ANEXO III- ORIGEM DOS VALORES DOS ÍNDICES IMOBILIÁRIOS GERADOS PELO*****IPD.***

Os dados necessários para o cálculo dos valores do índice imobiliário *IPD* ao longo do tempo são fornecidos por diversos fundos imobiliários associados. Os valores depois de fornecidos são tratados de forma meticulosa e segundo regras bem definidas com o objetivo de se obterem valores que apenas reflitam os retornos do mercado imobiliário e por isso totalmente comparáveis entre si.

O *IPD* para o mercado Inglês, fornece dados mensais, trimestrais e anuais, para diferentes classes de imóveis (comerciais, industriais, escritórios, residenciais e todo o tipo de imóveis).

As séries de dados considerando o mercado Inglês em análise, representam valores considerados fixos, ou seja, para o caso de algum ou alguns dos fornecedores de dados (fundos associados) deixarem a determinada altura de fornecer-los por uma qualquer razão, tal situação obriga à alteração do valor de ponderação, no entanto os valores passados não são alterados, mantêm-se fixos. Estes apenas poderão sofrer correções caso se verifique que a sua imutabilidade origina graves erros de interpretação, situação pouco habitual, ou caso sejam descobertos erros grosseiros de gravação e ou de cálculo. Existem outros países onde os dados são variáveis, os dados passados sofrem alterações, com a alteração do valor de ponderação.

Índices produzidos pelo *IPD*, só existem para países onde a totalidade dos dados disponibilizados pelos fundos associados derivem de propriedades cujo seu valor acumulado represente no mínimo 20% do valor total do mercado.

Para o mercado Inglês em dezembro de 2011 os dados recebidos cobriam 65,5% da totalidade do valor do mercado imobiliário, com 304 fundos associados a fornecerem

dados de 20456 propriedades cujo valor nessa altura representava 177,40 mil milhões de euros, para um valor total de mercado estimado em 284,10 mil milhões de euros, isto segundo fonte do próprio *IPD*, dados retirados do site do *IPD*, disponível em: [http://www1.ipd.com / IndexSchedule](http://www1.ipd.com/IndexSchedule).

Todos os valores apresentados pelo *IPD* nos índices imobiliários afetos são produzidos por profissionais que comungam a mesma linguagem, apenas existe uma única interpretação quanto ao significado atribuído ao valor de mercado.

Os valores gerados pelo *IPD* são nominais, não consideram a inflação e são ponderados, cada propriedade contribui para o resultado total na proporção do seu valor.

Os valores do índice imobiliário *IPD* podem ser usados como base para uma análise de risco, para fazer previsões e para os mercados de produtos derivados.

#### **ANEXO IV- INTERPRETAÇÃO DO GRÁFICO 1.**

Como se pode verificar pela análise do gráfico 1, os diferentes tipos de imóveis em estudo apresentam valores muito idênticos para os retornos dos seus preços, ao longo do intervalo de tempo em exame.

Alguma diferença pode ser encontrada para os retornos atingidos pelos imóveis do tipo escritório comparativamente com todos os restantes.

O trajeto marcado pelos valores dos retornos mensais dos imóveis do tipo escritório ao longo do período temporal em referência desvia-se um pouco dos restantes trajetos expostos, em especial nas alturas de recuperação, imóveis deste tipo demoram mais tempo a sair do campo dos retornos com valores negativos.

Em geral entre 01/1990 e 01/1991 os valores dos retornos mensais são negativos para todos os tipos de imóveis em análise. Durante essa altura o valor médio do retorno mensal é de cerca de (-0,80%). Entre 01/1991 até 02/1993 o valor do retorno mensal passa a positivo para todos os tipos de imóveis em estudo, assumindo este o valor médio de cerca de 0,80%, com exceção para os imóveis do tipo escritório que mantém um registo negativo na ordem dos (-0,50%). A partir de 02/1993 o valor do retorno mensal para todos os tipos de imóveis em referência eleva-se abruptamente, atingindo o pico em 12/1993, nessa altura apresenta valores da ordem dos 4,00%. Desde 11/1995 até 03/2007, os valores dos retornos situam-se sempre do lado positivo variando entre 0,00% e 2,40% por mês, com um valor médio mensal a situar-se por volta de 1,10%. No início do ano de 2007 e devido ao eclodir da crise financeira mundial os valores dos retornos mensais caem bruscamente de valores positivos passando para valores bastante negativos. Em menos de 9 meses e até 12/2007 estes afundam para valores da ordem dos (-4,00%), (-5,00%) mensais, o valor mais baixo representa os imóveis do tipo

escritório. Nos 6 meses seguintes dá-se uma recuperação para valores próximos de zero, voltando de seguida a cair desta feita ainda com maior intensidade logrando em 12/2008, para os valores mais baixos e negativos até então registados entre os (-5,00%) e os (-6,00%) por mês. Uma grande recuperação dá-se nos 12 meses seguintes, onde o valor do retorno mensal de todos os tipos de imóveis em estudo, passa de valores negativos da ordem dos (-5,00%), (-6,00%) para valores positivos entre os 3,00% e os 4,00%, conforme o tipo de imóvel, estes valores são atingidos em 12/2009. Os imóveis do tipo comercial são nesta fase os responsáveis pelos valores extremos assinalados, tanto para o lado dos valores negativos como do lado dos valores positivos. O valor do retorno em geral e para todos os imóveis volta posteriormente a descer de forma acentuada para valores da ordem dos 0,70%, valor atingido em finais de 2010.

Em relação aos preços dos imóveis em referência e para o mercado Inglês nos 11 anos em retrato, estes subiram sempre desde finais de 1992 até princípios de 2007 praticamente na mesma proporção para os diferentes tipos de imóveis observados. Quedas dos preços aconteceram entre 01/1990 até 01/1991 para todos os imóveis tipo, com exceção dos escritórios cuja queda permaneceu até 02/1993. Novas descidas dos preços voltam a registar-se a partir de princípios de 2007 até meados de 2009. De meados de 2009 até final de 2010, os comportamentos dos diferentes tipos de imóveis em estudo volta ser muito similar, mas agora para o lado do aumento dos preços.

**ANEXO V- CONSTRANGIMENTOS AO PRESENTE ESTUDO**

Alerta-se para o fato dos coeficientes de correlação constante  $\rho(CCC)$  e ou dinâmico  $\rho(DCC)$  não serem a medida mais precisa para se conhecer a real relação de uma variável em relação a outra, isto quando se está na presença de comportamentos não lineares (as séries de valores ao longo do tempo não apresentam distribuições consideradas normais, tem excesso de kurtose, representando distribuições leptocúrticas) como é o caso em apreço, ver tabela IV e V. Assim um estudo mais científico e aprofundado passaria pelo cálculo da dependência dos valores das variáveis nas caudas ou seja nos valores extremos com utilização de copulas que permitem obter o comportamento da dependência entre as variáveis nos extremos, partindo do comportamento individual de cada uma das variáveis a correlacionar, consultar Zhou (2012), Patton (2006,2012).

**Tabela IV**

<b>Ref.</b>	<b>Tipo de Contrato futuro</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Simetria</b>	<b>Kurtose</b>	<b>Jarque-Bera</b>	<b>Prob.</b>	<b>Dist. Normal?</b>
1	Crude	0,0059	0,0074	0,3164	-0,4550	0,0988	-0,3796	5,4525	68,9343	0,000%	Não
2	Cacau	0,0044	-0,0005	0,3268	-0,2634	0,0860	0,2772	3,9314	12,2887	0,215%	Não
3	Materiais primas	0,0037	0,0039	0,1361	-0,1898	0,0359	-0,5343	7,8568	258,6434	0,000%	Não
4	Cobre	0,0052	0,0000	0,2818	-0,4163	0,0783	-0,3716	6,4253	128,4836	0,000%	Não
5	Milho	0,0034	0,0091	0,2172	-0,2590	0,0772	-0,5570	3,9468	22,3530	0,001%	Não
6	Euro/Dólar EUA	0,0004	0,0022	0,0988	-0,1060	0,0301	-0,3497	4,2049	20,3008	0,004%	Não
7	FTSE500	0,0031	0,0049	0,1664	-0,2286	0,0525	-0,3552	4,9710	45,9053	0,000%	Não
8	Gasóleo de aquec.	0,0047	0,0081	0,9512	-0,9344	0,8710	0,2477	110,6221	121,1363	0,000%	Não
9	Porcos vivos	0,0022	0,0000	0,3964	-0,2697	0,0884	0,6644	5,2249	70,2379	0,000%	Não
10	Gado vivo	0,0013	0,0000	0,1316	-0,2603	0,0466	-0,7627	7,1061	200,6622	0,000%	Não
11	Cacau de Londres	0,0042	-0,0037	0,3190	-0,2346	0,0817	0,2872	3,7966	10,0870	0,645%	Não
12	Ouro	0,0049	0,0016	0,1774	-0,1956	0,0434	0,0340	5,4423	62,4302	0,000%	Não
13	Platina	0,0049	0,0046	0,2551	-0,3564	0,0630	-0,8565	8,6334	36,2582	0,000%	Não
14	Soja	0,0029	0,0077	0,2652	-0,3029	0,0856	-0,4052	4,1452	20,5825	0,003%	Não
15	SP500	0,0048	0,0110	0,1418	-0,1866	0,0459	-0,7210	5,1977	72,2581	0,000%	Não
16	Libra/Dólar	-0,0001	0,0003	0,1006	-0,1398	0,0290	-0,9647	7,0294	20,8734	0,000%	Não
17	Dólar EUA	-0,0006	0,0000	0,0895	-0,0665	0,0259	0,3173	3,3129	52,3598	7,295%	Sim
18	Comida	0,0024	0,0053	0,3264	-0,2310	0,0790	0,0532	3,8614	78,7772	1,947%	Não
19	Açúcar branco	0,0026	0,0028	0,1888	-0,2786	0,0723	-0,3223	4,1593	18,4002	0,010%	Não
1	Inflação	0,0026	0,0032	0,0305	-0,0144	0,0044	0,4929	5,4525	68,9343	0,00%	Não

**Tabela IV- Dados probabilísticos relativos aos valores dos retornos mensais dos contratos de futuros e da taxa de inflação**

**Tabela V**

<b>Ref.</b>	<b>Tipo de imóvel</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Simetria</b>	<b>Kurtose</b>	<b>Jarque – Bera</b>	<b>Prob.</b>	<b>Dist. Normal?</b>
1	Imóvel para indústria	0,0066	0,0081	0,0342	-0,0497	0,0103	-1,8370	9,9533	689,3429	0,000%	Não
2	Imóvel para comércio	0,0063	0,0073	0,0413	-0,0596	0,0123	-1,7579	10,0538	649,6326	0,000%	Não
3	Imóvel para escritório	0,0047	0,0068	0,0329	-0,0545	0,0123	-1,6095	7,9702	366,7249	0,000%	Não
4	Todo o tipo de imóveis	0,0058	0,0074	0,0357	-0,0542	0,0116	-1,8090	9,6774	603,2029	0,000%	Não

**Tabela V-** Valores dos dados probabilísticos dos retornos mensais relativos aos valores do índice de preços imobiliário para os 4 tipos de imóveis em estudo.